Informe de Inspección de Vibraciones

Proyecto

"Mina de Cobre Panamá"

Preparado para:

Minera Panamá, S.A.

Septiembre, 2020

IVB-009-20

Informe de Inspección de Vibraciones

Proyecto

"Mina de Cobre Panamá"

Preparado para:

Minera Panamá

Elaborado por:

CODESA
CORPORACIÓN DE DESARROLLO AMBIENTAL, S.A.

Septiembre, 2020

CODESA CORPORACIÓN DE DESARROLLO AMBIENTAL, S.A.	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	Responsable	Control de calidad	Director Técnico
Idoneidad DIVEDA-AA-003-2012/ Act. 2018	Jorge Ortega C.T. N°599	Marylin Castillo Idoneidad N°713	Ada Díaz C.I. No. 2019-120-020

Índice

2.3.1. Introducción 4
2.3.2. Objetivo general 5
2.3.3. Objetivos específicos 5
2.3.4. Aspecto Metodológico 5
2.3.5. Especificaciones del equipo utilizado y datos de la medición 6
2.3.6. Resultados 9
2.3.7. Declaración de conformidad 18
2.3.8. Recomendaciones 18
2.3.9. Bibliografía 18
Anexos 20
Anexo 2.3.1. Registro fotográfico de las Inspecciones de Vibraciones
Anexo 2.3.2. Data generada por el equipo durante las mediciones
Anexo 2.3.3. Certificado de calibración del equipo
Anexo 2.3.4. Extracto de la Norma de vibraciones en Panamá
Anexo 2.3.5. Hojas de campo
Anexo 2.3.6. Mapa de ubicación de las Inspecciones de Vibración

2.3.1. Introducción

La vibración es un movimiento oscilatorio de partículas de los cuerpos sólidos respecto a una posición de referencia, en relación al tiempo; es el número de veces por segundo que se realiza un ciclo completo al cual se le llama frecuencia y se mide en hertzios[1] (ISO 1997; OIT 2001).

La vibración puede ser general, que es aquella que se transmite a todo el cuerpo, a través de las superficies de apoyo como los pies, regiones glúteas o puede ser local, la cual se refiere a la vibración aplicada a partes específicas del cuerpo, como las manos y brazos (MICI- DGNTI 2000).

Su valoración se hace a través de un instrumento de medida conocido como Vibrómetro, que contiene en su interior unos filtros de ponderación que se integran de acuerdo al potencial lesivo, el cual mide las siguientes variables: frecuencia, amplitud, eje X, Y o Z de entrada por mano-brazo o por cuerpo entero. Las vibraciones pueden alterar las actividades del trabajador ya que deteriora la adquisición de información y la salida de información (ya sea afectando la capacidad de concentración del trabajador, deteriorando sus capacidades motoras o coordinación). Con frecuencia no es posible relacionar directamente las alteraciones de las funciones fisiológicas en condiciones de campo con las vibraciones, dado que ésta suele actuar conjuntamente con otros factores significativos como la elevada tensión mental o el ruido (OIT 2001).

En exposiciones crónicas, los efectos nocivos más graves y frecuentes son las alteraciones en la columna vertebral y en el sistema nervioso central. Otros tipos de riesgos importantes para la salud producto de la vibración, son los trastornos de la circulación periférica (venas varicosas y hemorroides), cardiopatía isquémica, hipertensión, alteraciones neurovasculares y enfermedades gastrointestinales (Pichardo y Jiménez 2007).

[1] Unidad de frecuencia en el Sistema Internacional, equivalente a la frecuencia de un movimiento vibratorio que ejecuta una vibración cada segundo. Su símbolo es Hz.

En Panamá, el Reglamento Técnico DGNTI[2]-COPANIT[3] 45-2000[4], establece los límites máximos permisibles y el tiempo al que un trabajador puede estar expuesto a vibraciones, durante su jornada laboral. El presente documento corresponde al Vigésimo Primer Informe de Inspección de Vibraciones (Segundo Informe de Seguimiento en etapa operativa), en el cual se efectúo un análisis de los resultados obtenidos en las mediciones de vibraciones, efectuadas a las maquinarias utilizadas en los distintos frentes de trabajo del Proyecto "Mina de Cobre Panamá".

2.3.2. Objetivo general

Evaluar los niveles de vibración a los que están expuestos los colaboradores del Proyecto "Mina de Cobre Panamá" durante el desarrollo de sus actividades.

2.3.3. Objetivos específicos

- Identificar las fuentes que generan vibración dentro del Proyecto.
- Evaluar los niveles de vibración, para establecer la relación entre los niveles máximos permisibles de vibración y los tiempos máximos de exposición permitidos por jornada de trabajo, según los requisitos que establece el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000.

2.3.4. Aspecto Metodológico

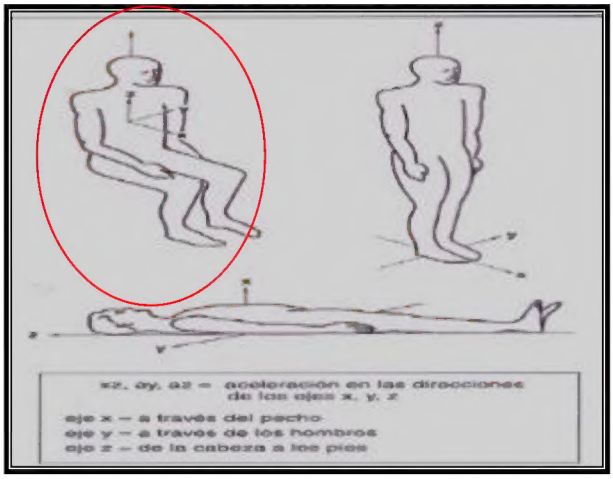
Los parámetros a evaluar son el valor de la raíz media cuadrática de la aceleración de la vibración, así como el tiempo de exposición de los trabajadores. Al existir vibración en más de una dirección, se despreciará la posible interacción entre ellas (Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000).

[2] DGNTI: Dirección General de Normas y Tecnología Industrial
[3] COPANIT: Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas
[4] Reglamento Técnico que aplica para Higiene y Seguridad Industrial. Condiciones de Higiene y Seguridad en Ambientes de Trabajo donde se generen Vibraciones.

Las mediciones fueron efectuadas del 23 al 25 de septiembre del 2020; el sensor del vibrómetro se colocó en los asientos de las maquinarias utilizadas dentro del Proyecto, con el objetivo de medir las vibraciones a las que están expuestos los operadores.

Se realizó la programación del equipo para medir las vibraciones a los colaboradores expuestos y se utilizó el filtro Wk, el cual sirve para medir vibraciones de cuerpo entero, en la dirección de la columna vertebral, en personas de pie o sentadas; para medir vibraciones en sentido vertical a la superficie donde se encuentran, en el caso de personas tumbadas; así como vibraciones en las tres direcciones espaciales (eje X, Y, Z), que influyen en los pies de las personas sentadas según la ISO, 2631-1, tal como se muestra en la imagen 2.3.1 (persona en posición sentada).

Imagen 2.3.1. Esquema de la medición de vibración en tres direcciones espaciales



Fuente: ISO 2631-1:1997.

2.3.5. Especificaciones del equipo utilizado y datos de la medición

En la tabla 2.3.1 se muestran las especificaciones del equipo (medidor de vibraciones) y los datos generales de las mediciones.

Tabla 2.3.1. Información técnica del equipo utilizado y datos de las mediciones

Información técnica	
Equipo empleado	Medidor de Vibraciones
Fabricante	Casella
Modelo	CEL-960
Serie	20152
Calibración	14 de noviembre de 2019
Norma aplicada	Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000 (ver Reglamento en el anexo 2.3.3).
Día de la medición	Del 23 al 25 de septiembre de 2020
Tiempo de medición	15 minutos/dirección espacial X, Y y Z (por cada medición)
Nombre de los inspectores	Jorge Ortega
Persona de Contacto	
Nombre	Agustina Varela
Teléfono	6780-4244
Correo electrónico	agustina.varela@fqml.com
Fecha de emisión	03/12/2020

Fuente: Especificaciones técnicas del equipo de medición, 2020. Nota: En el anexo 2.3.2 se adjunta el certificado de calibración del equipo.

En la tabla 2.3.2 se muestran los datos de las mediciones que se efectuaron en el Proyecto y en el anexo 2.3.6, el mapa de ubicación de las Inspecciones de vibraciones realizadas.

Tabla 2.3.2. Datos de las mediciones de Vibraciones en el Proyecto "Mina de Cobre Panamá"

Identificación de Vehículo	Marca del vehículo/modelo	Ubicación geográfica del equipo (UTM, WGS 84)	Fecha de evaluación	Hora de evaluación	Nombre del conductor	Área del proyecto
-	Telehandler JCB 540-170	978144 N/ 540099 E	23/09/20	9:02 a.m.	Juan Carlos Smith	Planta de Procesos (Molinos)
DZ013	Tractor de cadena CAT D8T	995558 N/ 534038 E	24/09/20	10:03 a.m.	José Castro	Área de Depósito de Cenizas (Puerto)
DRE008	Perforadora Pit Viper PV-271	977081 N/ 538235 E	25/09/20	09:00 a.m.	Evidelio Santana	Tajo Botija (Área BO 1045-013)
DRE006	Perforadora Pit Viper PV-271	977027 N/ 538355 E	25/09/20	09:50 a.m.	Juan Arcia	Tajo Botija (Área BO 1045-013)
DRE007	Perforadora Pit Viper PV-271	977042 N/ 538228 E	25/09/20	10:45 a.m.	Ezequiel Pérez	Tajo Botija (Área BO 1045-013)
EX26	Excavadora hidráulica KOMATZU	983026 N/ 536561 E	25/09/20	1:44 p.m.	José Vega Castro	Presa Norte, Sector 3-TMF
DZ020	Tractor de cadena CAT D8T	983025 N/ 536517 E	25/09/20	2:50 p.m.	Daniel Estrada	Presa Norte, Sector 3-TMF
DZ052	Tractor de cadena CAT D8T	983004 N/ 536067 E	25/09/20	3:47 p.m.	José Ríos	Presa Norte, Sector 4 - TMF

Fuente: CODESA, 2020.

2.3.6. Resultados

A continuación, se describen los resultados obtenidos por las mediciones de vibraciones realizadas a los colaboradores encargados de operar maquinaria pesada en los diferentes frentes de trabajo del proyecto Mina de Cobre Panamá:

Planta de Procesos (Molinos)

La medición realizada al colaborador Jean Carlos Smith (asiento del telehandler), arrojó valores superiores a los límites establecidos en el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000, en el eje X frecuencia (Hz), (1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4 y 5); en el eje Y frecuencia (Hz), (5 y 6.3) y en el eje Z frecuencia (Hz), (3.15, 4, 6.3 y 12.5). En la tabla 2.3.3 se presentan los valores comparados con la normativa aplicable (ver imágenes 2.3.2 y 2.3.3).

Tabla 2.3.3. Resultado de la medición de Vibraciones al trabajador Jean Carlos Smith en la Planta de Procesos (Molinos)

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s)		Aceleración en Y (m/s)		Aceleración en Z (m/s)	
	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000
1	1.35	0,224	0.816	0,224	0.431	0,630
1,25	1.13	0,224	0.862	0,224	0.341	0,560
1,6	1.18	0,224	0.887	0,224	0.351	0,500
2	1.33	0,224	1.10	0,224	0.399	0,450
2,5	1.79	0,240	1.19	0,240	0.589	0,400
3,15	1.83	0,555	1.24	0,555	0.823	0,355
4	2.21	0,450	1.70	0,450	0.971	0,315
5	2.55	0,560	3.18	0,560	1.37	0,315
6,3	1.92	0,710	4.29	0,710	2.46	0,315
8	1.77	0,900	4.54	0,900	2.29	0,315
10	3.18	1,120	4.76	1,120	1.43	0,400
12,5	5.51	1,400	3.97	1,400	1.94	0,500
16	8.52	1,800	2.98	1,800	2.01	0,630
20	3.86	2,240	3.12	2,240	1.36	0,800
25	2.45	2,800	4.24	2,800	1.21	1,000

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s)		Aceleración en Y (m/s)		Aceleración en Z (m/s)	
	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000
31,5	2.68	**3,550**	4.73	**3,550**	1.34	**1,250**
40	1.96	**4,500**	3.11	**4,500**	0.641	**1,600**
50	1.70	**5,600**	2.10	**5,600**	0.395	**2,000**
63	1.07	**7,100**	1.11	**7,100**	0.233	**2,500**
80	0.854	**9,000**	0.740	**9,000**	0.207	**3,150**

Fuente: CODESA, 2020.

Área de Depósito de Cenizas (Puerto)

La medición de vibraciones realizado al operador José Castro (asiento del tractor de cadena), ver imágenes 2.3.4 y 2.3.5; reflejó valores que exceden los límites establecidos en el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000, específicamente en el eje X frecuencia (Hz), (2.5); y en el eje Z frecuencia (Hz), (4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16). La tabla 2.3.4 presenta los datos obtenidos en la medición.

Tabla 2.3.4. Resultado de la medición de Vibraciones al trabajador José Castro en el Área de Depósito de Cenizas (Puerto)

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s)		Aceleración en Y (m/s)		Aceleración en Z (m/s)	
	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000
1	0.0991	**0,224**	0.0889	**0,224**	0.100	**0,630**
1,25	0.0914	**0,224**	0.0768	**0,224**	0.0935	**0,560**
1,6	0.0891	**0,224**	0.0985	**0,224**	0.105	**0,500**
2	0.159	**0,224**	0.107	**0,224**	0.123	**0,450**
2,5	0.513	**0,240**	0.168	**0,240**	0.129	**0,400**
3,15	0.461	**0,555**	0.298	**0,555**	0.161	**0,355**
4	0.303	**0,450**	0.261	**0,450**	0.347	**0,315**
5	0.284	**0,560**	0.164	**0,560**	0.353	**0,315**
6,3	0.157	**0,710**	0.224	**0,710**	0.357	**0,315**
8	0.215	**0,900**	0.316	**0,900**	0.526	**0,315**

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s)		Aceleración en Y (m/s)		Aceleración en Z (m/s)	
	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000
10	0.345	**1,120**	0.276	**1,120**	0.520	**0,400**
12,5	0.681	**1,400**	0.421	**1,400**	1.15	**0,500**
16	0.877	**1,800**	0.735	**1,800**	0.721	**0,630**
20	0.717	**2,240**	0.612	**2,240**	0.377	**0,800**
25	0.286	**2,800**	0.293	**2,800**	0.210	**1,000**
31,5	0.134	**3,550**	0.131	**3,550**	0.167	**1,250**
40	0.111	**4,500**	0.130	**4,500**	0.0993	**1,600**
50	0.152	**5,600**	0.121	**5,600**	0.121	**2,000**
63	0.127	**7,100**	0.124	**7,100**	0.0995	**2,500**
80	0.116	**9,000**	0.134	**9,000**	0.0967	**3,150**

Fuente: CODESA, 2020.

Tajo Botija (BO 1045-013)

Los valores obtenidos en la medición de vibraciones efectuado en el asiento del operador de la perforadora, Evidelio Santana (ver tabla 2.3.5), indicaron que los valores superan los límites establecidos en el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000, específicamente en el eje X frecuencia (Hz), (1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4 y 5), en el eje Y frecuencia (Hz), (5 y 6.3), y en el eje Z frecuencia (Hz), (3.15, 4, 6.3 y 12.5), ver imágenes 2.3.6 y 2.3.7.

Tabla 2.3.5. Resultado de la medición de Vibraciones al trabajador Evidelio Santana en Tajo Botija (BO 1045-013)

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s)		Aceleración en Y (m/s)		Aceleración en Z (m/s)	
	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000
1	0.748	**0,224**	0.124	**0,224**	0.176	**0,630**
1,25	0.742	**0,224**	0.116	**0,224**	0.226	**0,560**
1,6	1.08	**0,224**	0.131	**0,224**	0.291	**0,500**
2	1.28	**0,224**	0.175	**0,224**	0.288	**0,450**
2,5	1.15	**0,240**	0.164	**0,240**	0.294	**0,400**
3,15	0.885	**0,555**	0.164	**0,555**	0.375	**0,355**
4	1.03	**0,450**	0.295	**0,450**	0.344	**0,315**
5	0.875	**0,560**	0.906	**0,560**	0.248	**0,315**
6,3	0.669	**0,710**	3.13	**0,710**	0.705	**0,315**
8	0.683	**0,900**	0.359	**0,900**	0.290	**0,315**
10	0.628	**1,120**	0.285	**1,120**	0.271	**0,400**
12,5	0.815	**1,400**	0.474	**1,400**	0.659	**0,500**
16	1.07	**1,800**	0.577	**1,800**	0.429	**0,630**
20	1.24	**2,240**	0.479	**2,240**	0.266	**0,800**
25	0.655	**2,800**	0.221	**2,800**	0.165	**1,000**
31,5	0.476	**3,550**	0.185	**3,550**	0.248	**1,250**
40	0.478	**4,500**	0.134	**4,500**	0.312	**1,600**
50	0.474	**5,600**	0.120	**5,600**	0.384	**2,000**
63	0.415	**7,100**	0.144	**7,100**	0.320	**2,500**
80	0.358	**9,000**	0.177	**9,000**	0.215	**3,150**

Fuente: CODESA, 2020.

Los datos adquiridos en la medición efectuada al trabajador Juan Arcia, operador de perforadora (ver imágenes 2.3.8 y 2.3.9), resultaron superiores a los límites establecidos en la normativa de referencia específicamente en el eje X frecuencia (Hz) (1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5 y 6.3), en el eje Y frecuencia (Hz), (1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3 y 8) y en el eje Z frecuencia (Hz), (5 y 12.5). Los datos son presentados y comparados con la normativa aplicable en la tabla 2.3.6.

Tabla 2.3.6. Resultado de la medición de Vibraciones al trabajador Juan Arcia en Tajo Botija (BO 1045-013)

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s)		Aceleración en Y (m/s)		Aceleración en Z (m/s)	
	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000
1	1.10	**0,224**	0.636	**0,224**	0.0759	**0,630**
1,25	1.02	**0,224**	0.699	**0,224**	0.0764	**0,560**
1,6	0.822	**0,224**	1.21	**0,224**	0.0714	**0,500**
2	0.907	**0,224**	2.16	**0,224**	0.0807	**0,450**
2,5	0.891	**0,240**	0.951	**0,240**	0.0865	**0,400**
3,15	0.899	**0,555**	0.558	**0,555**	0.127	**0,355**
4	0.737	**0,450**	0.491	**0,450**	0.199	**0,315**
5	0.729	**0,560**	0.677	**0,560**	0.357	**0,315**
6,3	0.851	**0,710**	0.724	**0,710**	0.311	**0,315**
8	0.664	**0,900**	1.21	**0,900**	0.231	**0,315**
10	0.699	**1,120**	0.922	**1,120**	0.214	**0,400**
12,5	0.645	**1,400**	1.04	**1,400**	0.724	**0,500**
16	0.710	**1,800**	0.975	**1,800**	0.515	**0,630**
20	0.585	**2,240**	0.372	**2,240**	0.182	**0,800**
25	0.450	**2,800**	0.218	**2,800**	0.103	**1,000**
31,5	0.436	**3,550**	0.175	**3,550**	0.107	**1,250**
40	0.361	**4,500**	0.177	**4,500**	0.0889	**1,600**
50	0.334	**5,600**	0.180	**5,600**	0.0906	**2,000**
63	0.311	**7,100**	0.204	**7,100**	0.0950	**2,500**
80	0.251	**9,000**	0.210	**9,000**	0.0817	**3,150**

Fuente: CODESA, 2020.

Los resultados obtenidos en la medición de vibraciones realizado al colaborador Ezequiel Pérez, operador de Perforadora (ver imágenes 2.3.10 y 2.3.11), superan a los valores máximos establecidos en el Reglamento Técnico de Referencia DGNTI-COPANIT 45-2000, específicamente en el eje X frecuencia (Hz), (1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5 y 6.3); en el eje Y frecuencia (Hz), (2); y en el eje Z frecuencia (Hz), (25), ver la tabla 2.3.7.

Tabla 2.3.7. Resultado de la medición de Vibraciones al trabajador Ezequiel Pérez en Tajo Botija (BO 1045-013)

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s)		Aceleración en Y (m/s)		Aceleración en Z (m/s)	
	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000
1	0.822	**0,224**	0.192	**0,224**	0.0773	**0,630**
1,25	1.05	**0,224**	0.136	**0,224**	0.0632	**0,560**
1,6	1.12	**0,224**	0.187	**0,224**	0.0679	**0,500**
2	1.01	**0,224**	0.278	**0,224**	0.0807	**0,450**
2,5	0.797	**0,240**	0.191	**0,240**	0.0805	**0,400**
3,15	0.819	**0,555**	0.216	**0,555**	0.0985	**0,355**
4	0.818	**0,450**	0.234	**0,450**	0.108	**0,315**
5	0.829	**0,560**	0.290	**0,560**	0.110	**0,315**
6,3	0.931	**0,710**	0.301	**0,710**	0.129	**0,315**
8	0.773	**0,900**	0.276	**0,900**	0.155	**0,315**
10	1.01	**1,120**	0.290	**1,120**	0.168	**0,400**
12,5	1.11	**1,400**	0.585	**1,400**	0.261	**0,500**
16	0.747	**1,800**	0.238	**1,800**	0.239	**0,630**
20	0.655	**2,240**	0.214	**2,240**	0.273	**0,800**
25	0.534	**2,800**	1.36	**2,800**	6.44	**1,000**
31,5	0.718	**3,550**	0.401	**3,550**	1.17	**1,250**
40	0.409	**4,500**	0.273	**4,500**	0.199	**1,600**
50	0.372	**5,600**	0.640	**5,600**	0.813	**2,000**
63	0.620	**7,100**	0.265	**7,100**	0.327	**2,500**
80	0.369	**9,000**	0.333	**9,000**	0.281	**3,150**

Fuente: CODESA, 2020.

Presa Norte, Sector 3-TMF

La tabla 2.3.8 presenta los valores obtenidos en la medición efectuada en el área de Presa Norte, Sector 3 – TMF, al trabajador José Vega Castro, operador de Excavadora hidráulica (ver imágenes 2.3.12 y 2.3.13), mostrando que los resultados superan a los valores máximos establecidos en el Reglamento Técnico de Referencia DGNTI-COPANIT 45-2000, específicamente en el eje X frecuencia (Hz), (1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8 y 10); en el

eje Y frecuencia (Hz), (1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16 y 20) y en el eje Z frecuencia (Hz), (2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20), ver la tabla 2.3.8.

Tabla 2.3.8. Resultado de la medición de Vibraciones al trabajador José Vega Castro en el área de la Presa Norte, Sector 3 - TMF

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s)		Aceleración en Y (m/s)		Aceleración en Z (m/s)	
	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000
1	0.859	**0,224**	0.963	**0,224**	0.263	**0,630**
1,25	1.24	**0,224**	1.06	**0,224**	0.424	**0,560**
1,6	1.15	**0,224**	1.01	**0,224**	0.471	**0,500**
2	0.597	**0,224**	1.20	**0,224**	0.783	**0,450**
2,5	0.665	**0,240**	2.30	**0,240**	1.43	**0,400**
3,15	1.03	**0,555**	1.81	**0,555**	1.07	**0,355**
4	0.927	**0,450**	1.90	**0,450**	1.00	**0,315**
5	0.785	**0,560**	2.75	**0,560**	1.19	**0,315**
6,3	1.04	**0,710**	1.76	**0,710**	1.65	**0,315**
8	1.02	**0,900**	2.74	**0,900**	2.06	**0,315**
10	1.18	**1,120**	4.48	**1,120**	2.31	**0,400**
12,5	1.03	**1,400**	3.66	**1,400**	1.75	**0,500**
16	0.925	**1,800**	3.12	**1,800**	1.58	**0,630**
20	1.06	**2,240**	2.48	**2,240**	1.02	**0,800**
25	0.959	**2,800**	2.01	**2,800**	0.557	**1,000**
31,5	0.631	**3,550**	2.14	**3,550**	0.393	**1,250**
40	0.564	**4,500**	2.99	**4,500**	0.272	**1,600**
50	0.972	**5,600**	2.99	**5,600**	0.306	**2,000**
63	0.444	**7,100**	1.83	**7,100**	0.200	**2,500**
80	0.361	**9,000**	1.00	**9,000**	0.156	**3,150**

Fuente: CODESA, 2020.

La medición de vibraciones efectuada en el asiento del operador del tractor de cadena, Daniel Estrada (ver imágenes 2.3.14 y 2.3.15), presenta valores que exceden los límites máximos establecidos en el Reglamento Técnico DGNTI COPANIT 45-2000, específicamente en el eje X frecuencia (Hz) (1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8 y 10); eje Y frecuencia (Hz), (1, 1.25,

1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16 y 20) y en el eje Z frecuencia (Hz), (2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16), ver tabla 2.3.9.

Tabla 2.3.9. Resultado de la medición de Vibraciones al trabajador Daniel Estrada en el área de Presa Norte, Sector 3-TMF

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s)		Aceleración en Y (m/s)		Aceleración en Z (m/s)	
	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000
1	0.696	**0,224**	1.41	**0,224**	0.301	**0,630**
1,25	0.748	**0,224**	1.45	**0,224**	0.411	**0,560**
1,6	0.817	**0,224**	1.42	**0,224**	0.523	**0,500**
2	0.736	**0,224**	1.46	**0,224**	0.560	**0,450**
2,5	0.891	**0,240**	1.41	**0,240**	0.646	**0,400**
3,15	1.17	**0,555**	1.53	**0,555**	0.683	**0,355**
4	1.78	**0,450**	2.64	**0,450**	1.34	**0,315**
5	1.48	**0,560**	1.66	**0,560**	1.14	**0,315**
6,3	3.04	**0,710**	2.53	**0,710**	1.11	**0,315**
8	5.33	**0,900**	5.93	**0,900**	0.949	**0,315**
10	3.21	**1,120**	4.07	**1,120**	1.03	**0,400**
12,5	1.30	**1,400**	1.65	**1,400**	0.757	**0,500**
16	1.05	**1,800**	1.68	**1,800**	0.714	**0,630**
20	1.43	**2,240**	3.32	**2,240**	0.616	**0,800**
25	2.09	**2,800**	3.42	**2,800**	0.395	**1,000**
31,5	6.65	**3,550**	3.51	**3,550**	0.382	**1,250**
40	5.99	**4,500**	4.62	**4,500**	0.842	**1,600**
50	0.857	**5,600**	1.45	**5,600**	0.432	**2,000**
63	0.658	**7,100**	0.749	**7,100**	0.236	**2,500**
80	0.369	**9,000**	0.454	**9,000**	0.167	**3,150**

Fuente: CODESA, 2020.

Presa Norte, Sector 4-TMF

La medición efectuada a José Ríos (asiento del operador del tractor de cadena), en el área del Sector 4-TMF, registró valores por encima de los límites establecidos en el Reglamento Técnico utilizado como referencia (ver tabla 2.3.10), específicamente en el eje X frecuencia (Hz), (1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20, 25, 31.5); en el eje Y frecuencia (Hz), (1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20, 25, 31.5) y en el eje Z frecuencia (Hz), (6.3); ver imágenes 2.3.16 y 2.3.17.

Tabla 2.3.10. Resultado de medición de Vibraciones al operador José Ríos en el área de Presa Norte, Sector 4-TMF

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s)		Aceleración en Y (m/s)		Aceleración en Z (m/s)	
	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000
1	0.895	**0,224**	1.98	**0,224**	0.0831	**0,630**
1,25	0.826	**0,224**	1.73	**0,224**	0.0653	**0,560**
1,6	0.791	**0,224**	1.63	**0,224**	0.0767	**0,500**
2	0.940	**0,224**	2.03	**0,224**	0.0834	**0,450**
2,5	1.29	**0,240**	2.23	**0,240**	0.0942	**0,400**
3,15	1.73	**0,555**	2.68	**0,555**	0.146	**0,355**
4	1.80	**0,450**	2.10	**0,450**	0.196	**0,315**
5	1.76	**0,560**	1.16	**0,560**	0.180	**0,315**
6,3	2.06	**0,710**	1.49	**0,710**	0.321	**0,315**
8	3.81	**0,900**	3.43	**0,900**	0.163	**0,315**
10	4.55	**1,120**	4.58	**1,120**	0.150	**0,400**
12,5	3.03	**1,400**	3.83	**1,400**	0.141	**0,500**
16	4.72	**1,800**	3.19	**1,800**	0.119	**0,630**
20	5.06	**2,240**	4.51	**2,240**	0.165	**0,800**
25	4.74	**2,800**	4.49	**2,800**	0.144	**1,000**
31,5	4.80	**3,550**	4.95	**3,550**	0.116	**1,250**
40	3.60	**4,500**	4.40	**4,500**	0.619	**1,600**
50	3.86	**5,600**	2.80	**5,600**	0.120	**2,000**
63	2.40	**7,100**	1.48	**7,100**	0.191	**2,500**
80	1.19	**9,000**	0.853	**9,000**	0.120	**3,150**

Fuente: CODESA, 2020.

2.3.7. Declaración de conformidad

Los resultados obtenidos en las (8) ocho mediciones de vibraciones de cuerpo entero efectuadas a los operadores de equipo pesado en el proyecto "Mina de Cobre Panamá", no cumplen con los límites máximos permisibles establecidos en el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000, utilizado como referencia.

2.3.8. Recomendaciones

- Efectuar las capacitaciones al personal, sobre los riesgos y medidas de precaución que, deben tener en cuenta durante sus labores.
- Establecer un programa de rotaciones al personal expuesto a altos niveles de vibración para regular y reducir el tiempo de exposición.
- Realizar mantenimientos periódicos de las maquinarias utilizadas en el Proyecto, incluyendo su sistema de suspensión (en los asientos), para optimizar su eficiencia y minimizar las vibraciones que generan.
- Realizar seguimiento a las maquinarias que, durante las mediciones reflejaron niveles por encima de la norma.

2.3.9. Bibliografía

ISO (Organización Internacional de Normalización). 1997. Norma ISO 2631-1:1997 Vibraciones y choques mecánicos. Guía para la estimación de la exposición de los individuos a vibraciones globales del cuerpo. Parte 1: Requerimientos generales.

MICI (Ministerio de Comercio e Industrias). 2000. Reglamento Técnico DGNTI - COPANIT 45. Higiene y Seguridad Industrial. Condiciones de Higiene y Seguridad en Ambientes de Trabajo donde se generen Vibraciones. República de Panamá. Gaceta Oficial 24163, miércoles 18 de octubre de 2000. pp. 8-18. Disponible en: http://www.cnpml.org.pa/cnpml/leyes_normas/copanit_45_2000_vibraciones.pdf .

OIT (Organización Internacional del Trabajo). 2001. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo de la OIT. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España. Tercera Edición, pp. 50.1-50.17.
Disponible en:
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/50.pdf

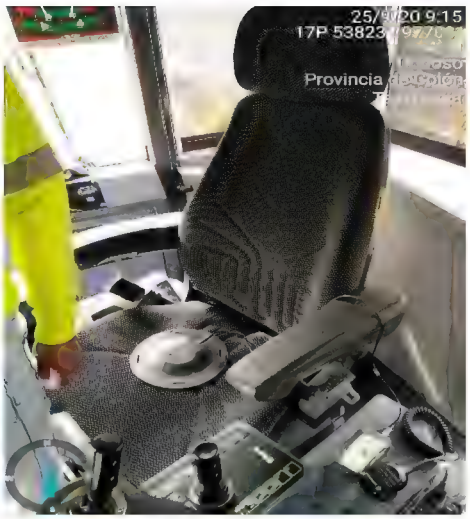
Pichardo, G. & Jiménez, M. 2007. Vibraciones y Salud en el trabajo. Revisión Bibliográfica. México. 16 p. Disponible en: http://exposicionesvirtuales.com/so_images/7597/vibraciones.pdf

Anexos

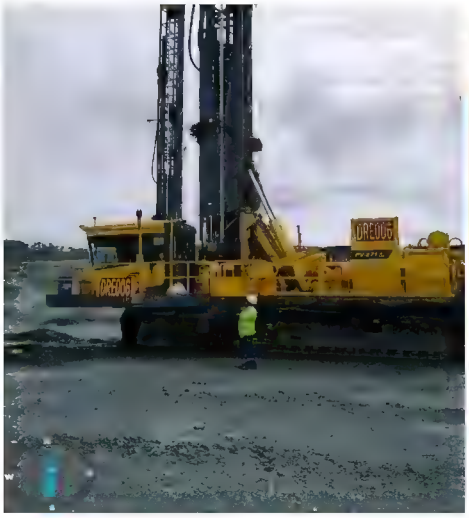
Anexo 2.3.1. Registro fotográfico de las Inspecciones de Vibraciones

Imágenes 2.3.2 y 2.3.3. Vistas de la medición de vibraciones, realizada en la Planta de Procesos (Molinos); 978144 N/ 540099 E

Imágenes 2.3.4 y 2.3.5. Vistas de la medición de vibraciones, en el Área de Depósito de Cenizas (Puerto), 995558 N/ 534038 E



Imágenes 2.3.6 y 2.3.7. Vistas de la medición de vibraciones, en Tajo Botija (BO 1045-013), 977081 N/ 538235 E

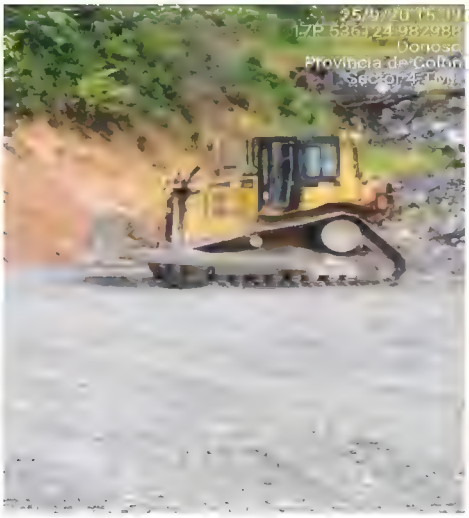


Imágenes 2.3.8 y 2.3.9. Vistas de la medición de vibraciones, en Tajo Botija (BO 1045-013); 977027 N/ 538355 E

Imágenes 2.3.10 y 2.3.11. Vistas de la medición de vibraciones, en Tajo Botija (BO 1045-013); 977042 N/ 538228 E

Imágenes 2.3.12 y 2.3.13. Vistas de la medición de vibraciones, en Presa Norte, Sector 3-TMF, 983026 N/ 536561 E

Imágenes 2.3.14 y 2.3.15. Vistas de la medición de vibraciones, Presa Norte, Sector 3-TMF; 983025 N/ 536517 E



Imágenes 2.3.16 y 2.3.17. Vistas de la medición de vibraciones, en Presa Norte, Sector 4 TMF; 983004 N/ 536067 E

Anexo 2.3.2. Data generada por el equipo durante las mediciones

Jean Carlos Smith en la Planta de Procesos (Molinos)

X

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	1.66	m/s²
1Hz	1.35	m/s²
1.25Hz	1.13	m/s²
1.6Hz	1.18	m/s²
2Hz	1.33	m/s²
2.5Hz	1.79	m/s²
3.15Hz	1.83	m/s²
4Hz	2.21	m/s²
5Hz	2.55	m/s²
6.3Hz	1.92	m/s²
8Hz	1.77	m/s²
10Hz	3.18	m/s²
12.5Hz	5.51	m/s²
16Hz	8.52	m/s²
20Hz	3.86	m/s²
25Hz	2.45	m/s²
31.5Hz	2.68	m/s²
40Hz	1.96	m/s²
50Hz	1.70	m/s²
63Hz	1.07	m/s²
80Hz	0.854	m/s²
100Hz	0.801	m/s²
125Hz	0.673	m/s²
160Hz	0.745	m/s²
200Hz	1.04	m/s²
250Hz	0.328	m/s²
315Hz	0.273	m/s²

Y

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.823	m/s²
1Hz	0.816	m/s²
1.25Hz	0.862	m/s²
1.6Hz	0.887	m/s²
2Hz	1.10	m/s²
2.5Hz	1.19	m/s²
3.15Hz	1.24	m/s²
4Hz	1.70	m/s²
5Hz	3.18	m/s²
6.3Hz	4.29	m/s²
8Hz	4.54	m/s²
10Hz	4.76	m/s²
12.5Hz	3.97	m/s²
16Hz	2.98	m/s²
20Hz	3.12	m/s²
25Hz	4.24	m/s²
31.5Hz	4.73	m/s²
40Hz	3.11	m/s²
50Hz	2.10	m/s²
63Hz	1.11	m/s²
80Hz	0.740	m/s²
100Hz	0.537	m/s²
125Hz	0.457	m/s²
160Hz	0.507	m/s²
200Hz	0.729	m/s²
250Hz	0.506	m/s²
315Hz	0.269	m/s²

Z

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.540	m/s²
1Hz	0.431	m/s²
1.25Hz	0.341	m/s²
1.6Hz	0.351	m/s²
2Hz	0.399	m/s²
2.5Hz	0.589	m/s²
3.15Hz	0.823	m/s²
4Hz	0.971	m/s²
5Hz	1.37	m/s²
6.3Hz	2.46	m/s²
8Hz	2.29	m/s²
10Hz	1.43	m/s²
12.5Hz	1.94	m/s²
16Hz	2.01	m/s²
20Hz	1.36	m/s²
25Hz	1.21	m/s²
31.5Hz	1.34	m/s²
40Hz	0.641	m/s²
50Hz	0.395	m/s²
63Hz	0.233	m/s²
80Hz	0.207	m/s²
100Hz	0.209	m/s²
125Hz	0.240	m/s²
160Hz	0.256	m/s²
200Hz	0.715	m/s²
250Hz	0.237	m/s²
315Hz	0.204	m/s²

José Castro en el Área de Depósito de Cenizas (Puerto)

X

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.156	m/s²
1Hz	9.91E-2	m/s²
1.25Hz	9.14E-2	m/s²
1.6Hz	8.91E-2	m/s²
2Hz	0.159	m/s²
2.5Hz	0.513	m/s²
3.15Hz	0.461	m/s²
4Hz	0.303	m/s²
5Hz	0.284	m/s²
6.3Hz	0.157	m/s²
8Hz	0.215	m/s²
10Hz	0.345	m/s²
12.5Hz	0.681	m/s²
16Hz	0.877	m/s²
20Hz	0.717	m/s²
25Hz	0.286	m/s²
31.5Hz	0.134	m/s²
40Hz	0.111	m/s²
50Hz	0.152	m/s²
63Hz	0.127	m/s²
80Hz	0.116	m/s²
100Hz	0.115	m/s²
125Hz	0.119	m/s²
160Hz	0.106	m/s²
200Hz	0.118	m/s²
250Hz	0.131	m/s²

Y

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	8.21E-2	m/s²
1Hz	8.89E-2	m/s²
1.25Hz	7.68E-2	m/s²
1.6Hz	9.85E-2	m/s²
2Hz	0.107	m/s²
2.5Hz	0.168	m/s²
3.15Hz	0.298	m/s²
4Hz	0.261	m/s²
5Hz	0.164	m/s²
6.3Hz	0.224	m/s²
8Hz	0.316	m/s²
10Hz	0.276	m/s²
12.5Hz	0.421	m/s²
16Hz	0.735	m/s²
20Hz	0.612	m/s²
25Hz	0.293	m/s²
31.5Hz	0.131	m/s²
40Hz	0.130	m/s²
50Hz	0.121	m/s²
63Hz	0.124	m/s²
80Hz	0.134	m/s²
100Hz	0.130	m/s²
125Hz	0.129	m/s²
160Hz	0.113	m/s²
200Hz	0.122	m/s²
250Hz	0.131	m/s²

Z

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	9.75E-2	m/s²
1Hz	0.100	m/s²
1.25Hz	9.35E-2	m/s²
1.6Hz	0.105	m/s²
2Hz	0.123	m/s²
2.5Hz	0.129	m/s²
3.15Hz	0.161	m/s²
4Hz	0.347	m/s²
5Hz	0.353	m/s²
6.3Hz	0.357	m/s²
8Hz	0.526	m/s²
10Hz	0.520	m/s²
12.5Hz	1.15	m/s²
16Hz	0.721	m/s²
20Hz	0.377	m/s²
25Hz	0.210	m/s²
31.5Hz	0.167	m/s²
40Hz	9.93E-2	m/s²
50Hz	0.121	m/s²
63Hz	9.95E-2	m/s²
80Hz	9.67E-2	m/s²
100Hz	0.111	m/s²
125Hz	0.111	m/s²
160Hz	9.82E-2	m/s²
200Hz	0.109	m/s²
250Hz	0.126	m/s²

Evidelio Santana – Tajo Botija (BO 1045-013)

X

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.866	m/s²
1Hz	0.748	m/s²
1.25Hz	0.742	m/s²
1.6Hz	1.08	m/s²
2Hz	1.28	m/s²
2.5Hz	1.15	m/s²
3.15Hz	0.885	m/s²
4Hz	1.03	m/s²
5Hz	0.875	m/s²
6.3Hz	0.669	m/s²
8Hz	0.683	m/s²
10Hz	0.628	m/s²
12.5Hz	0.815	m/s²
16Hz	1.07	m/s²
20Hz	1.24	m/s²
25Hz	0.655	m/s²
31.5Hz	0.476	m/s²
40Hz	0.478	m/s²
50Hz	0.474	m/s²
63Hz	0.415	m/s²
80Hz	0.358	m/s²
100Hz	0.253	m/s²
125Hz	0.228	m/s²
160Hz	0.207	m/s²
200Hz	0.153	m/s²
250Hz	0.158	m/s²
315Hz	0.154	m/s²

Y

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.129	m/s²
1Hz	0.124	m/s²
1.25Hz	0.116	m/s²
1.6Hz	0.131	m/s²
2Hz	0.175	m/s²
2.5Hz	0.164	m/s²
3.15Hz	0.164	m/s²
4Hz	0.295	m/s²
5Hz	0.906	m/s²
6.3Hz	3.13	m/s²
8Hz	0.359	m/s²
10Hz	0.285	m/s²
12.5Hz	0.474	m/s²
16Hz	0.577	m/s²
20Hz	0.479	m/s²
25Hz	0.221	m/s²
31.5Hz	0.185	m/s²
40Hz	0.134	m/s²
50Hz	0.120	m/s²
63Hz	0.144	m/s²
80Hz	0.177	m/s²
100Hz	0.148	m/s²
125Hz	0.174	m/s²
160Hz	0.158	m/s²
200Hz	0.167	m/s²
250Hz	0.145	m/s²
315Hz	0.129	m/s²

Z

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.122	m/s²
1Hz	0.176	m/s²
1.25Hz	0.226	m/s²
1.6Hz	0.291	m/s²
2Hz	0.288	m/s²
2.5Hz	0.294	m/s²
3.15Hz	0.375	m/s²
4Hz	0.344	m/s²
5Hz	0.248	m/s²
6.3Hz	0.705	m/s²
8Hz	0.290	m/s²
10Hz	0.271	m/s²
12.5Hz	0.659	m/s²
16Hz	0.429	m/s²
20Hz	0.266	m/s²
25Hz	0.165	m/s²
31.5Hz	0.248	m/s²
40Hz	0.312	m/s²
50Hz	0.384	m/s²
63Hz	0.320	m/s²
80Hz	0.215	m/s²
100Hz	0.141	m/s²
125Hz	0.132	m/s²
160Hz	0.114	m/s²
200Hz	0.120	m/s²
250Hz	0.132	m/s²
315Hz	0.123	m/s²

Juan Arcia – Tajo Botija (BO 1045-013)

X

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	1.31	m/s²
1Hz	1.10	m/s²
1.25Hz	1.02	m/s²
1.6Hz	0.822	m/s²
2Hz	0.907	m/s²
2.5Hz	0.891	m/s²
3.15Hz	0.899	m/s²
4Hz	0.737	m/s²
5Hz	0.729	m/s²
6.3Hz	0.851	m/s²
8Hz	0.664	m/s²
10Hz	0.699	m/s²
12.5Hz	0.645	m/s²
16Hz	0.710	m/s²
20Hz	0.585	m/s²
25Hz	0.450	m/s²
31.5Hz	0.436	m/s²
40Hz	0.361	m/s²
50Hz	0.334	m/s²
63Hz	0.311	m/s²
80Hz	0.251	m/s²
100Hz	0.223	m/s²
125Hz	0.217	m/s²
160Hz	0.197	m/s²
200Hz	0.196	m/s²
250Hz	0.194	m/s²
315Hz	0.180	m/s²

Y

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.574	m/s²
1Hz	0.636	m/s²
1.25Hz	0.699	m/s²
1.6Hz	1.21	m/s²
2Hz	2.16	m/s²
2.5Hz	0.951	m/s²
3.15Hz	0.558	m/s²
4Hz	0.491	m/s²
5Hz	0.677	m/s²
6.3Hz	0.724	m/s²
8Hz	1.21	m/s²
10Hz	0.922	m/s²
12.5Hz	1.04	m/s²
16Hz	0.975	m/s²
20Hz	0.372	m/s²
25Hz	0.218	m/s²
31.5Hz	0.175	m/s²
40Hz	0.177	m/s²
50Hz	0.180	m/s²
63Hz	0.204	m/s²
80Hz	0.210	m/s²
100Hz	0.179	m/s²
125Hz	0.184	m/s²
160Hz	0.160	m/s²
200Hz	0.173	m/s²
250Hz	0.165	m/s²
315Hz	0.135	m/s²

Z

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	7.11E-2	m/s²
1Hz	7.59E-2	m/s²
1.25Hz	7.64E-2	m/s²
1.6Hz	7.14E-2	m/s²
2Hz	8.07E-2	m/s²
2.5Hz	8.65E-2	m/s²
3.15Hz	0.127	m/s²
4Hz	0.199	m/s²
5Hz	0.357	m/s²
6.3Hz	0.311	m/s²
8Hz	0.231	m/s²
10Hz	0.214	m/s²
12.5Hz	0.724	m/s²
16Hz	0.515	m/s²
20Hz	0.182	m/s²
25Hz	0.103	m/s²
31.5Hz	0.107	m/s²
40Hz	8.89E-2	m/s²
50Hz	9.06E-2	m/s²
63Hz	9.50E-2	m/s²
80Hz	8.17E-2	m/s²
100Hz	9.12E-2	m/s²
125Hz	0.107	m/s²
160Hz	9.79E-2	m/s²
200Hz	0.111	m/s²
250Hz	0.126	m/s²
315Hz	0.121	m/s²

Ezequiel Pérez en el área de Tajo Botija (BO 1045-013)

X

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	1.58	m/s²
1Hz	0.822	m/s²
1.25Hz	1.05	m/s²
1.6Hz	1.12	m/s²
2Hz	1.01	m/s²
2.5Hz	0.797	m/s²
3.15Hz	0.819	m/s²
4Hz	0.818	m/s²
5Hz	0.829	m/s²
6.3Hz	0.931	m/s²
8Hz	0.773	m/s²
10Hz	1.01	m/s²
12.5Hz	1.11	m/s²
16Hz	0.747	m/s²
20Hz	0.655	m/s²
25Hz	0.534	m/s²
31.5Hz	0.718	m/s²
40Hz	0.409	m/s²
50Hz	0.372	m/s²
63Hz	0.620	m/s²
80Hz	0.369	m/s²
100Hz	0.306	m/s²
125Hz	0.381	m/s²
160Hz	0.288	m/s²
200Hz	0.304	m/s²
250Hz	0.338	m/s²
315Hz	0.272	m/s²

Y

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.436	m/s²
1Hz	0.192	m/s²
1.25Hz	0.136	m/s²
1.6Hz	0.187	m/s²
2Hz	0.278	m/s²
2.5Hz	0.191	m/s²
3.15Hz	0.216	m/s²
4Hz	0.234	m/s²
5Hz	0.290	m/s²
6.3Hz	0.301	m/s²
8Hz	0.276	m/s²
10Hz	0.290	m/s²
12.5Hz	0.585	m/s²
16Hz	0.238	m/s²
20Hz	0.214	m/s²
25Hz	1.36	m/s²
31.5Hz	0.401	m/s²
40Hz	0.273	m/s²
50Hz	0.640	m/s²
63Hz	0.265	m/s²
80Hz	0.333	m/s²
100Hz	0.278	m/s²
125Hz	0.232	m/s²
160Hz	0.202	m/s²
200Hz	0.156	m/s²
250Hz	0.161	m/s²
315Hz	0.160	m/s²

Z

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	8.60E-2	m/s²
1Hz	7.73E-2	m/s²
1.25Hz	6.32E-2	m/s²
1.6Hz	6.79E-2	m/s²
2Hz	8.07E-2	m/s²
2.5Hz	8.05E-2	m/s²
3.15Hz	9.85E-2	m/s²
4Hz	0.108	m/s²
5Hz	0.110	m/s²
6.3Hz	0.129	m/s²
8Hz	0.155	m/s²
10Hz	0.168	m/s²
12.5Hz	0.261	m/s²
16Hz	0.239	m/s²
20Hz	0.273	m/s²
25Hz	6.44	m/s²
31.5Hz	1.17	m/s²
40Hz	0.199	m/s²
50Hz	0.813	m/s²
63Hz	0.327	m/s²
80Hz	0.281	m/s²
100Hz	0.220	m/s²
125Hz	0.147	m/s²
160Hz	0.123	m/s²
200Hz	0.151	m/s²
250Hz	0.175	m/s²
315Hz	0.136	m/s²

José Vega Castro en el área de la Presa Norte TMF

X

Global results

Data	Value	Unit
z	7^	
Spectrum		
0.8Hz	1.15	m/s²
1Hz	0.859	m/s²
1.25Hz	1.24	m/s²
1.6Hz	1.15	m/s²
2Hz	0.597	m/s²
2.5Hz	0.665	m/s²
3.15Hz	1.03	m/s²
4Hz	0.927	m/s²
5Hz	0.785	m/s²
6.3Hz	1.04	m/s²
8Hz	1.02	m/s²
10Hz	1.18	m/s²
12.5Hz	1.03	m/s²
16Hz	0.925	m/s²
20Hz	1.06	m/s²
25Hz	0.959	m/s²
31.5Hz	0.631	m/s²
40Hz	0.564	m/s²
50Hz	0.972	m/s²
63Hz	0.444	m/s²
80Hz	0.361	m/s²
100Hz	0.343	m/s²
125Hz	0.269	m/s²
160Hz	0.323	m/s²
200Hz	0.273	m/s²
250Hz	0.235	m/s²

Y

Global results

Data	Value	Unit
z	0	
Spectrum		
0.8Hz	1.07	m/s²
1Hz	0.963	m/s²
1.25Hz	1.06	m/s²
1.6Hz	1.01	m/s²
2Hz	1.20	m/s²
2.5Hz	2.30	m/s²
3.15Hz	1.81	m/s²
4Hz	1.90	m/s²
5Hz	2.75	m/s²
6.3Hz	1.76	m/s²
8Hz	2.74	m/s²
10Hz	4.48	m/s²
12.5Hz	3.66	m/s²
16Hz	3.12	m/s²
20Hz	2.48	m/s²
25Hz	2.01	m/s²
31.5Hz	2.14	m/s²
40Hz	2.99	m/s²
50Hz	2.99	m/s²
63Hz	1.83	m/s²
80Hz	1.00	m/s²
100Hz	0.626	m/s²
125Hz	0.483	m/s²
160Hz	0.615	m/s²
200Hz	0.314	m/s²
250Hz	0.234	m/s²

Z

Global results

Data	Value	Unit
0.8Hz	0.214	m/s²
1Hz	0.263	m/s²
1.25Hz	0.424	m/s²
1.6Hz	0.471	m/s²
2Hz	0.783	m/s²
2.5Hz	1.43	m/s²
3.15Hz	1.07	m/s²
4Hz	1.00	m/s²
5Hz	1.19	m/s²
6.3Hz	1.65	m/s²
8Hz	2.06	m/s²
10Hz	2.31	m/s²
12.5Hz	1.75	m/s²
16Hz	1.58	m/s²
20Hz	1.02	m/s²
25Hz	0.557	m/s²
31.5Hz	0.393	m/s²
40Hz	0.272	m/s²
50Hz	0.306	m/s²
63Hz	0.200	m/s²
80Hz	0.156	m/s²
100Hz	0.252	m/s²
125Hz	0.126	m/s²
160Hz	0.116	m/s²
200Hz	0.139	m/s²
250Hz	0.149	m/s²
315Hz	0.137	m/s²
400Hz	0.150	m/s²

Daniel Estrada-Presa Norte-TMF

X

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.780	m/s²
1Hz	0.696	m/s²
1.25Hz	0.748	m/s²
1.6Hz	0.817	m/s²
2Hz	0.736	m/s²
2.5Hz	0.891	m/s²
3.15Hz	1.17	m/s²
4Hz	1.78	m/s²
5Hz	1.48	m/s²
6.3Hz	3.04	m/s²
8Hz	5.33	m/s²
10Hz	3.21	m/s²
12.5Hz	1.30	m/s²
16Hz	1.05	m/s²
20Hz	1.43	m/s²
25Hz	2.09	m/s²
31.5Hz	6.65	m/s²
40Hz	5.99	m/s²
50Hz	0.857	m/s²
63Hz	0.658	m/s²
80Hz	0.369	m/s²
100Hz	0.536	m/s²
125Hz	0.256	m/s²
160Hz	0.287	m/s²
200Hz	0.291	m/s²
250Hz	0.296	m/s²
315Hz	0.220	m/s²

Y

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	1.40	m/s²
1Hz	1.41	m/s²
1.25Hz	1.45	m/s²
1.6Hz	1.42	m/s²
2Hz	1.46	m/s²
2.5Hz	1.41	m/s²
3.15Hz	1.53	m/s²
4Hz	2.64	m/s²
5Hz	1.66	m/s²
6.3Hz	2.53	m/s²
8Hz	5.93	m/s²
10Hz	4.07	m/s²
12.5Hz	1.65	m/s²
16Hz	1.68	m/s²
20Hz	3.32	m/s²
25Hz	3.42	m/s²
31.5Hz	3.51	m/s²
40Hz	4.62	m/s²
50Hz	1.45	m/s²
63Hz	0.749	m/s²
80Hz	0.454	m/s²
100Hz	0.325	m/s²
125Hz	0.334	m/s²
160Hz	0.439	m/s²
200Hz	0.496	m/s²
250Hz	0.326	m/s²
315Hz	0.244	m/s²

Z

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.232	m/s²
1Hz	0.301	m/s²
1.25Hz	0.411	m/s²
1.6Hz	0.523	m/s²
2Hz	0.560	m/s²
2.5Hz	0.646	m/s²
3.15Hz	0.683	m/s²
4Hz	1.34	m/s²
5Hz	1.14	m/s²
6.3Hz	1.11	m/s²
8Hz	0.949	m/s²
10Hz	1.03	m/s²
12.5Hz	0.757	m/s²
16Hz	0.714	m/s²
20Hz	0.616	m/s²
25Hz	0.395	m/s²
31.5Hz	0.382	m/s²
40Hz	0.842	m/s²
50Hz	0.432	m/s²
63Hz	0.236	m/s²
80Hz	0.167	m/s²
100Hz	0.190	m/s²
125Hz	0.206	m/s²
160Hz	0.149	m/s²
200Hz	0.173	m/s²
250Hz	0.157	m/s²
315Hz	0.134	m/s²

José Ríos, Sector 4-TMF

X

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	1.20	m/s²
1Hz	0.895	m/s²
1.25Hz	0.826	m/s²
1.6Hz	0.791	m/s²
2Hz	0.940	m/s²
2.5Hz	1.29	m/s²
3.15Hz	1.73	m/s²
4Hz	1.80	m/s²
5Hz	1.76	m/s²
6.3Hz	2.06	m/s²
8Hz	3.81	m/s²
10Hz	4.55	m/s²
12.5Hz	3.03	m/s²
16Hz	4.72	m/s²
20Hz	5.06	m/s²
25Hz	4.74	m/s²
31.5Hz	4.80	m/s²
40Hz	3.60	m/s²
50Hz	3.86	m/s²
63Hz	2.40	m/s²
80Hz	1.19	m/s²
100Hz	0.768	m/s²
125Hz	0.619	m/s²
160Hz	0.501	m/s²
200Hz	0.459	m/s²
250Hz	0.465	m/s²

Y

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	2.59	m/s²
1Hz	1.98	m/s²
1.25Hz	1.73	m/s²
1.6Hz	1.63	m/s²
2Hz	2.03	m/s²
2.5Hz	2.23	m/s²
3.15Hz	2.68	m/s²
4Hz	2.10	m/s²
5Hz	1.16	m/s²
6.3Hz	1.49	m/s²
8Hz	3.43	m/s²
10Hz	4.58	m/s²
12.5Hz	3.83	m/s²
16Hz	3.19	m/s²
20Hz	4.51	m/s²
25Hz	4.49	m/s²
31.5Hz	4.95	m/s²
40Hz	4.40	m/s²
50Hz	2.80	m/s²
63Hz	1.48	m/s²
80Hz	0.853	m/s²
100Hz	1.02	m/s²
125Hz	1.05	m/s²
160Hz	0.978	m/s²
200Hz	0.606	m/s²
250Hz	0.499	m/s²

Z

Global results

Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	9.65E-2	m/s²
1Hz	8.31E-2	m/s²
1.25Hz	6.53E-2	m/s²
1.6Hz	7.67E-2	m/s²
2Hz	8.34E-2	m/s²
2.5Hz	9.42E-2	m/s²
3.15Hz	0.146	m/s²
4Hz	0.196	m/s²
5Hz	0.180	m/s²
6.3Hz	0.321	m/s²
8Hz	0.163	m/s²
10Hz	0.150	m/s²
12.5Hz	0.141	m/s²
16Hz	0.119	m/s²
20Hz	0.165	m/s²
25Hz	0.144	m/s²
31.5Hz	0.116	m/s²
40Hz	0.619	m/s²
50Hz	0.120	m/s²
63Hz	0.191	m/s²
80Hz	0.120	m/s²
100Hz	0.133	m/s²
125Hz	0.165	m/s²
160Hz	0.126	m/s²
200Hz	0.123	m/s²
250Hz	0.130	m/s²

Anexo 2.3.3. Certificado de calibración del equipo

TOTAL SAFETY
e Ensaios da Total Safety

CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
RBC - REDE BRASILEIRA
DE CALIBRAÇÃO.

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC5-10909-376

1- CLIENTE/ EQUIPAMENTO

Data da calibração: 14/11/2019
Processo: 19783

Nome:	Corporación de Desarollo Ambiental S.A. (CODESA)		
Endereço:	Via Ricardo J. Alfaro, Plaza Aventura, Oficina M-23 - Panamá, RP.		
Equipamento:	Medidor de Vibração	Acelerômetro (ACL-1)	Acelerômetro (ACL-2)
Marca:	Casella Cel	01dB	Casella Cel
Modelo:	CEL-960	AP2042	CEL-960ACC2
Número de Série:	20152	2021	20101
Identificação:	EQC 0060	---	---

2- PADRÕES E INSTRUMENTAÇÃO

Descrição	Código	Certificado:	Emitente:	
Acelerômetro	P236	DIMCI 1051/2019	INMETRO	
Sistema de Aquisição	P182	RBC 19/1023	RBC	
Amplificador	P256		Sistema de Aquisição	P182
Shaker	P203		Gerador (teste dinâmico)	P128
Gerador de Ruído	P206		Termômetro	P161
Conversor Carga/CCP	P183		Higrômetro	P161

3- INFORMAÇÕES DA CALIBRAÇÃO

Procedimento: IT-943: Método de calibração de medidor de vibrações de acordo com a norma ISO 16063-21 - Methods for the calibration of vibration and shock transducers - Part 21: Vibration calibration by comparison to a reference transducer. Resposta elétrica de acordo com a ISO 8041 - Human response to vibration - Measuring instrumentation e/ou com a ISO 2954 - Mechanical vibration of rotating and reciprocating machinery - Requirements for instruments for measuring vibration severity, como aplicável.

Características: A resposta em frequência é determinada pela resposta dinâmica por comparação com um acelerômetro padrão. O teste é feito com o acelerômetro acoplado na configuração back-to-back em um excitador dinâmico. A sensibilidade é determinada em um sistema de aquisição (analisador). O teste de linearidade segue o mesmo procedimento.

As ponderações em frequência, conforme aplicável, são verificadas através de estímulos elétricos diretos na unidade de medição. Os erros das indicações são exibidos juntamente com os limites de tolerância que a norma estabelece para aquela determinada ponderação.

Para esta calibração foi usado um sinal de excitação do tipo: ruído de banda larga e o trasdutor colado com cianocrilato na configuração correspondente.

Condições ambientais: Temperatura: 22,5 ºC, Umidade Relativa: 58 %. Temperatura média do transdutor 22,5 ºC.

Observações gerais:

1- Os resultados apresentados referem-se à média dos valores encontrados.

2- Cada Incerteza Expandida de Medição (U) relatada é declarada como a incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência k = 2,00, que para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95 %. A incerteza padrão de medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.

3- O presente certificado de calibração é válido apenas para o Medidor de Vibração / Acelerômetros acima descritos, não sendo extensivo a quaisquer outros, ainda que similares.

4- Este certificado de calibração somente pode ser reproduzido completo. Reproduções para fins de divulgação em material publicitário, bem como reproduções parciais, requerem autorização escrita do laboratório emitente. Nenhuma reprodução poderá ser usada de maneira enganosa.

5- Para os testes elétricos o laboratório conta com rastreabilidade formal na faixa de 20 Hz até 10 kHz. Para as baixas freqüências são usados sinais elétricos validados no próprio laboratório. A forma de validação foi oportunamente verificada por especialista do Inmetro. Estas informações (relativas à rastreabilidade e ao método disponibilizado para as baixas freqüências) foram negociadas com o cliente durante a fase de contratação. O método permite calibrar o equipamento em toda a faixa de interesse do cliente mediante uso de padrão consensado.

6- Cgcre/Inmetro is Signatory of the ILAC Mutual Recognition Arrangement. Cgcre/Inmetro is Signatory of a Bilateral Mutual Agreement with EA. Cgcre/Inmetro is signatory of the IAAC Mutual Recognition Arrangement.

Executante:

Este certificado atende aos requisitos de acreditação pela Cgcre/Inmetro que avaliou a competência do laboratório e comprovou sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida (ou ao Sistema Internacional de Unidades - SI).

CALILAB - Laboratório de Calibração e Ensaios da Total Safety

CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO
PELA Cgcre/INMETRO DE ACORDO COM A
ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 307.

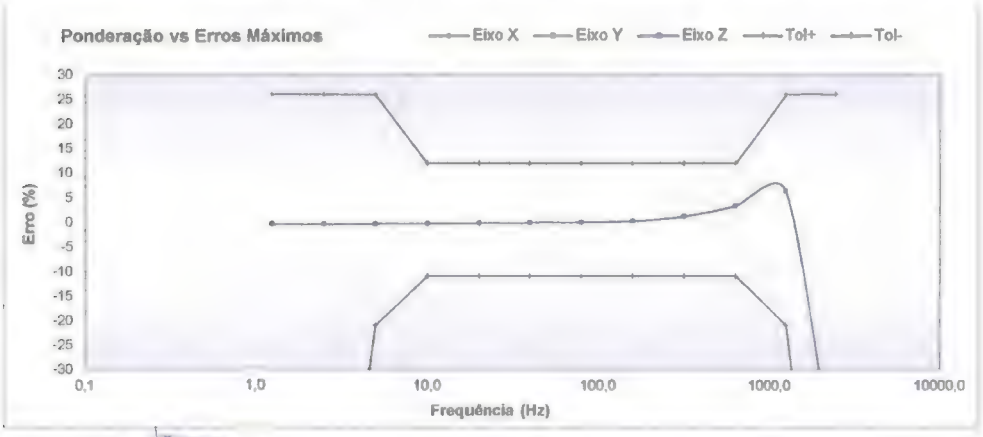
CERTIFICADO DE CALIBRAÇAO Nº: RBC5-10909-376

4- RESULTADOS DAS MEDIÇÕES

(Teste Elétrico - estímulo de entrada: 870 mV)

Ponderação em Frequência Wh

Frequência Nominal (Hz)	Erro Eixo X (%)	Erro Eixo Y (%)	Erro Eixo Z (%)	Fator Wh (%)	Erro máximo admissível Superior (%)	Erro máximo admissível Inferior (%)	Incerteza (%)
0,8	---	---	---	---	---	---	---
1	---	---	---	---	---	---	---
1,25	-0,3	-0,3	-0,3	0,040	26	-100	0,4
1,6	---	---	---	---	---	---	---
2	---	---	---	---	---	---	---
2,5	-0,4	-0,4	-0,4	0,158	26	-100	0,4
3,15	---	---	---	---	---	---	---
4	---	---	---	---	---	---	---
5	-0,3	-0,3	-0,3	0,545	26	-21	0,4
6,3	---	---	---	---	---	---	---
8	---	---	---	---	---	---	---
10	-0,3	-0,3	0,3	0,951	12	-11	0,4
12,5	---	---	---	---	---	---	---
16	---	---	---	---	---	---	---
20	-0,2	-0,2	-0,2	0,782	12	-11	0,2
25	---	---	---	---	---	---	---
31,5	---	---	---	---	---	---	---
40	-0,1	-0,1	-0,1	0,411	12	-11	0,2
50	---	---	---	---	---	---	---
63	---	---	---	---	---	---	---
80	0,0	0,0	0,0	0,202	12	-11	0,2
100	---	---	---	---	---	---	---
125	---	---	---	---	---	---	---
160	0,3	0,3	0,3	0,101	12	-11	0,2
200	---	---	---	---	---	---	---
250	---	---	---	---	---	---	---
315	1,2	1,2	1,2	0,050	12	-11	0,2
400	---	---	---	---	---	---	---
500	---	---	---	---	---	---	---
630	3,4	3,4	3,3	0,024	12	-11	0,2
800	---	---	---	---	---	---	---
1000	---	---	---	---	---	---	---
1250	6,2	6,3	6,3	0,009	26	-21	0,6
1600	---	---	---	---	---	---	---
2000	---	---	---	---	---	---	---
2500	-52,4	-52,2	-52,4	0,002	26	-100	0,6
3150	---	---	---	---	---	---	---
4000	---	---	---	---	---	---	---



Executante:

TOTAL SAFETY
CALILAB - Laboratório de Calibração e Ensaios da Total Safety

CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO
PELA Cgcre/INMETRO DE ACORDO COM A
ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 307.

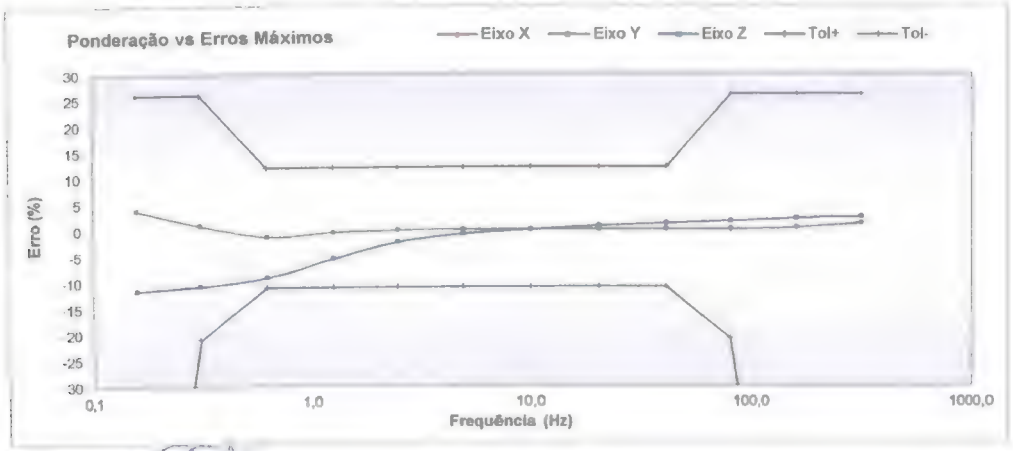
CERTIFICADO DE CALIBRAÇAO Nº: RBC5-10909-376

4- RESULTADOS DAS MEDIÇÕES

(Teste Elétrico - estímulo de entrada: 2000 mV)

Ponderação em Frequência Wd / Wk

Frequência Nominal (Hz)	Erro Eixo X - Wd (%)	Erro Eixo Y - Wd (%)	Erro Eixo Z - Wk (%)	Fator Wd (%)	Fator Wk (%)	Erro máximo admissível Superior (%)	Erro máximo admissível Inferior (%)	Incerteza (%)
0,1	---	---	---	---	---	---	---	---
0,125	---	---	---	---	---	---	---	---
0,16	3,9	3,9	-11,5	0,155	0,078	26	-100	0,8
0,2	---	---	---	---	---	---	---	---
0,25	---	---	---	---	---	---	---	---
0,315	1,0	1,0	-10,7	0,533	0,264	26	-21	0,8
0,4	---	---	---	---	---	---	---	---
0,5	---	---	---	---	---	---	---	---
0,63	-1,2	-1,2	-9,1	0,944	0,459	12	-11	0,8
0,8	---	---	---	---	---	---	---	---
1	---	---	---	---	---	---	---	---
1,25	-0,4	-0,4	-5,4	1,007	0,485	12	-11	0,8
1,6	---	---	---	---	---	---	---	---
2	---	---	---	---	---	---	---	---
2,5	0,0	0,0	-2,4	0,773	0,634	12	-11	0,8
3,15	---	---	---	---	---	---	---	---
4	---	---	---	---	---	---	---	---
5	0,0	0,0	-0,9	0,408	1,039	12	-11	0,8
6,3	---	---	---	---	---	---	---	---
8	---	---	---	---	---	---	---	---
10	0,0	0,0	0,0	0,202	0,988	12	-11	0,4
12,5	---	---	---	---	---	---	---	---
16	---	---	---	---	---	---	---	---
20	0,0	0,0	0,7	0,100	0,637	12	-11	0,4
25	---	---	---	---	---	---	---	---
31,5	---	---	---	---	---	---	---	---
40	0,1	0,0	1,2	0,050	0,316	12	-11	0,6
50	---	---	---	---	---	---	---	---
63	---	---	---	---	---	---	---	---
80	0,0	0,1	1,6	0,021	0,134	26	-21	0,6
100	---	---	---	---	---	---	---	---
125	---	---	---	---	---	---	---	---
160	0,4	0,4	2,2	0,005	0,029	26	-100	0,6
200	---	---	---	---	---	---	---	---
250	---	---	---	---	---	---	---	---
315	1,1	1,2	2,4	0,001	0,004	26	-100	0,6
400	---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---	---



Executante:

TOTAL SAFETY
CALILAB - Laboratório de Calibração e Ensaios da Total Safety

CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO
PELA Cgcre/INMETRO DE ACORDO COM A
ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 307.

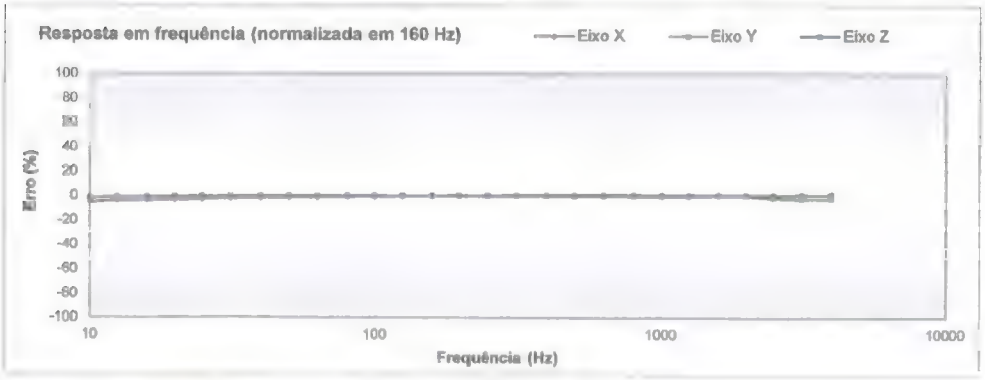
CERTIFICADO DE CALIBRAÇAO Nº: RBC5-10909-376

Resposta em Frequência - (Nível de excitação em 160 Hz: 10 m/s²)

	Frequência Nominal (Hz)	Eixo X Sensibilidade em [mV/(m/s²)]	Eixo X Sensibilidade norm. em [%]	Eixo Y Sensibilidade em [mV/(m/s²)]	Eixo Y Sensibilidade norm. em [%]	Eixo Z Sensibilidade em [mV/(m/s²)]	Eixo Z Sensibilidade norm. em [%]	Incerteza (%)
Acelerômetro ACL-1	10	0,9662	-5,3	0,9931	-1,8	0,9755	-2,0	1,9
	12,5	0,9763	-4,3	0,9991	-1,2	0,9803	-1,5	1,7
	16	0,9834	-3,6	1,003	-0,8	0,9839	-1,1	1,5
	20	0,9895	-3,0	1,006	-0,6	0,9862	-0,9	1,5
	25	0,9949	-2,5	1,007	-0,4	0,9879	-0,7	1,5
	31,5	1,000	-1,9	1,008	-0,4	0,9900	-0,5	1,2
	40	1,004	-1,5	1,009	-0,3	0,9915	-0,3	1,2
	50	1,008	-1,2	1,010	-0,2	0,9923	-0,3	0,8
	63	1,011	-0,9	1,009	-0,2	0,9928	-0,2	0,8
	80	1,014	-0,6	1,010	-0,2	0,9940	-0,1	0,8
	100	1,015	-0,4	1,012	0,0	0,9948	0,0	0,8
	125	1,018	-0,1	1,012	0,0	0,9952	0,0	0,8
	160	1,020	0,0	1,012	0,0	0,9950	0,0	0,8
	200	1,022	0,2	1,012	0,0	0,9957	0,1	0,8
	250	1,023	0,3	1,011	-0,1	0,9954	0,0	0,8
	315	1,025	0,5	1,011	-0,1	0,9962	0,1	0,8
	400	1,028	0,7	1,011	0,0	0,9970	0,2	0,8
	500	1,028	0,8	1,010	-0,2	0,9962	0,1	0,8
	630	1,030	1,0	1,009	-0,2	0,9962	0,1	0,8
	800	1,030	1,0	1,009	-0,3	0,9962	0,1	0,8
	1000	1,030	1,0	1,009	-0,3	0,9958	0,1	0,8
	1250	1,029	0,9	1,009	-0,2	0,9961	0,1	1,2
	1600	1,029	0,9	1,014	0,2	0,9983	0,3	1,2
	2000	1,029	0,9	1,012	0,0	0,9993	0,4	1,2
	2500	1,031	1,1	0,9964	-1,5	0,9976	0,3	1,5
	3150	1,029	0,9	0,9853	-2,6	1,001	0,6	2,0
	4000	1,024	0,4	0,9842	-2,7	1,002	0,7	2,5
	5000	---	---	---	---	---	---	---
	6300	---	---	---	---	---	---	---
	8000	---	---	---	---	---	---	---
	10000	---	---	---	---	---	---	---

Resposta em % normalizada em 160 Hz

	Frequência Nominal (Hz)	Sensibilidade Eixo X	Sensibilidade Eixo Y	Sensibilidade Eixo Z
mV/(m/s²)	80	1,014	1,010	0,9940
	160	1,020	1,012	0,9950
mV/gn	80	9,944	9,905	9,748
	160	10,00	9,924	9,758



Executante:

TOTAL SAFETY

CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO
PELA Cgcre/INMETRO DE ACORDO COM A
ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 307.

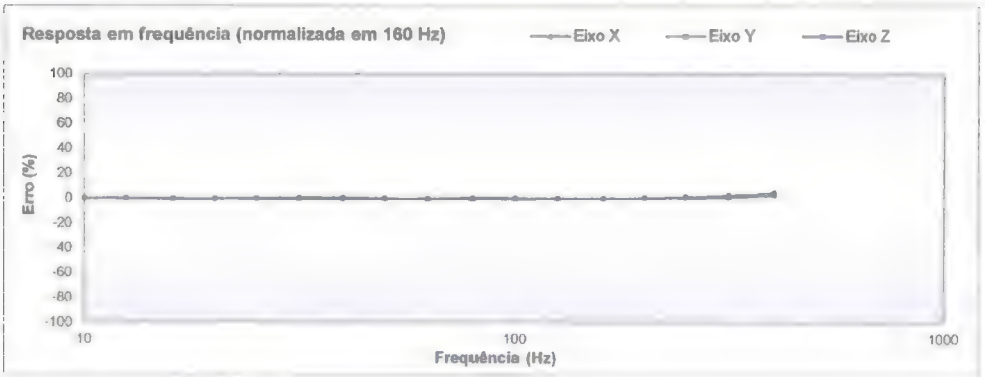
CERTIFICADO DE CALIBRAÇAO Nº: RBC5-10909-376

Resposta em Frequência - (Nível de excitação em 160 Hz: 10 m/s²)

	Frequência Nominal (Hz)	Eixo X Sensibilidade em [mV/(m/s²)]	Eixo X Sensibilidade norm. em [%]	Eixo Y Sensibilidade em [mV/(m/s²)]	Eixo Y Sensibilidade norm. em [%]	Eixo Z Sensibilidade em [mV/(m/s²)]	Eixo Z Sensibilidade norm. em [%]	Incerteza (%)
Acelerômetro ACL-2	10	11,81	-0,2	11,84	0,1	11,83	-0,5	1,9
	12,5	11,82	-0,1	11,84	0,2	11,83	-0,5	1,7
	16	11,81	-0,2	11,82	0,0	11,82	-0,6	1,5
	20	11,80	-0,2	11,82	-0,1	11,82	-0,6	1,5
	25	11,81	-0,1	11,83	0,0	11,83	-0,5	1,5
	31,5	11,83	0,0	11,90	0,6	11,83	-0,5	1,2
	40	11,84	0,1	11,91	0,7	11,83	-0,5	1,2
	50	11,83	0,0	11,80	-0,2	11,84	-0,4	0,8
	63	11,82	-0,1	11,78	0,4	11,84	-0,4	0,8
	80	11,88	0,4	11,86	0,3	11,82	-0,6	0,8
	100	11,87	0,4	11,86	0,3	11,84	-0,5	0,8
	125	11,83	0,0	11,83	0,0	11,88	-0,1	0,8
	160	11,83	0,0	11,82	0,0	11,89	0,0	0,8
	200	11,89	0,5	11,88	0,5	11,92	0,2	0,8
	250	12,00	1,5	12,00	1,5	11,96	0,5	0,8
	315	12,18	3,0	12,17	2,9	12,01	1,0	0,8
	400	12,42	5,0	12,43	5,2	12,19	2,5	0,8
	500	---	---	---	---	---	---	---
	630	---	---	---	---	---	---	---
	800	---	---	---	---	---	---	---
	1000	---	---	---	---	---	---	---
	1250	---	---	---	---	---	---	---
	1600	---	---	---	---	---	---	---
	2000	---	---	---	---	---	---	---
	2500	---	---	---	---	---	---	---
	3150	---	---	---	---	---	---	---
	4000	---	---	---	---	---	---	---
	5000	---	---	---	---	---	---	---
	6300	---	---	---	---	---	---	---
	8000	---	---	---	---	---	---	---
	10000	---	---	---	---	---	---	---

Resposta em % normalizada em 160 Hz

	Frequência Nominal (Hz)	Sensibilidade Eixo x	Sensibilidade Eixo Y	Sensibilidade Eixo Z
mV/(m/s²)	80	11,88	11,86	11,82
	160	11,83	11,82	11,89
mV/gn	80	116,5	116,3	115,9
	160	116,0	115,9	116,6



Executante:

CALILAB - Laboratório de Calibração e Ensaios da Total Safety

CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO PELA Cgcre/INMETRO DE ACORDO COM A ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 307.

CERTIFICADO DE CALIBRAÇAO Nº: RBC5-10909-376

Linearidade - Teste dinâmico (Referência: 80 Hz) - Acelerômetro ACL-1 (Eixo Z)

Aceleração de Referência (m/s²)	Aceleração Medida (m/s²)	Fundo de Escala	Erro (m/s²)	Erro (%)	Tolerância (± %)	Incerteza (%)
0,50	0,52	3000	0,02	4,0	---	4,4
1,00	1,01	3000	0,01	0,6	---	2,3
2,00	2,00	3000	0,00	-0,2	---	1,3
3,01	3,00	3000	-0,01	-0,2	---	1,1
4,01	4,00	3000	-0,01	-0,2	---	0,9
5,02	5,01	3000	-0,01	-0,1	---	0,9
10,01	9,99	3000	-0,02	-0,2	---	0,8
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---

Natalia Valin
Signatária Autorizada

Data da emissão: 14/11/2019

Página:6/6

Anexo 2.3.4. Extracto de la Norma de vibraciones en Panamá

REPUBLICA DE PANAMÁ
ASAMBLEA LEGISLATIVA
LEGISPAN
LEGISLACION DE LA REPUBLICA DE PANAMÁ

Tipo de Norma: RESOLUCION
Numero: 505 Referencia:
Año: 1999 Fecha(dd-mm-aaaa): 06-10-1999
Titulo: (REGLAMENTO TECNICO DGNTI-COPANIT-45-2000. HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL.)

Dictada por: MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS
Gaceta Oficial: 24163 Publicada el: 18-10-2000
Rama del Derecho: DER. DE TRABAJO, DER. INDUSTRIAL Y DE MINAS

Palabras Claves: Normas técnicas y especificaciones, Salud y seguridad ocupacional, Ruido

Paginas: 12 Tamaño en Mb: 1.223
Rollo: 513 Posicion: 3027

MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS
DIRECCION GENERAL DE NORMAS Y
TECNOLOGIA INDUSTRIAL
RESOLUCION Nº 505
(De 6 de octubre de 1999)

MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS
DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS Y TECNOLOGÍA INDUSTRIAL

REGLAMENTO TÉCNICO
DGNTI – COPANIT 45 – 2000

HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
CONDICIONES DE HIGIENE Y SEGURIDAD
EN AMBIENTES DE TRABAJO DONDE SE
GENEREN VIBRACIONES.

TABLA N° 1: NIVELES ADMISIBLES PARA LAS VIBRACIONES GENERALES EN LA DIRECCIÓN DEL EJE "Z"

Frecuencia media de la banda terciaria	Aceleración en m / s² Tiempo de exposición diaria							
(Hz)	8 Hrs.	4 Hrs.	2 Hrs.	1 Hrs.	30 min.	15 min	7.5 min	<5 min.
1.00	0.630	0.880	1.260	1.780	2.520	3.560	5.040	6.160
1.25	0.560	0.790	1.130	1.590	2.250	3.180	4.500	5.520
1.60	0.500	0.700	1.000	1.410	2.000	2.820	4.000	4.900
2.00	0.450	0.620	0.890	1.250	1.770	2.510	3.550	4.350
2.50	0.400	0.550	0.790	1.110	1.580	2.220	3.150	3.860
3.15	0.355	0.490	0.700	1.950	1.400	1.980	2.800	3.430
4.00	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.090
5.00	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.090
6.30	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3 090
8.00	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.050
10.00	0.400	0.570	0.800	1 130	1.600	2.260	3.200	3.920
12.50	0.500	0.710	1.000	1.410	2.000	2.830	4.000	4.900
16.00	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.560	5.040	6.170
20.00	0.800	1.330	1.600	2.260	3.200	4.520	6.390	7.830
25.00	1.000	1.410	2.000	2.830	4.000	5.650	7.990	9.790
31.50	1.250	1.770	2.500	3.530	5.000	7.060	9.990	12.24
40.00	1.600	2.260	3 200	4.520	6.400	9.040	12.79	15.67
50.00	2.000	2.830	4.000	5.650	8.000	11.31	15.99	19.59
63.00	2.500	3.540	5.000	7.070	10.00	14.14	19.99	24.49
80.00	3.150	4.450	6.300	8.910	12.59	17.81	25.18	30.85

TABLA N°2: NIVELES ADMISIBLES PARA LAS VIBRACIONES GENERALES EN LA DIRECCIÓN DE LOS EJES " X" y " Y"

Frecuencia media de la banda terciaria	Aceleración en m / s^2 Tiempo de exposición diaria							
(Hz)	8 Hrs.	4 Hrs	2 Hrs.	1 Hrs.	30 min	15 min.	7.5 min	< 5 min.
1.00	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	1.790	2.190
1.25	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	1.790	2.190
1.60	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	1.790	2.190
2.00	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	0.790	2.190
2.50	0.240	0.400	0.560	0.790	1.120	1.580	2.240	2.740
3.15	0 555	0.500	0.710	1.000	1.420	2.010	2.840	3.480
4.00	0.450	0.640	0.900	1 270	1.800	2.540	3 600	4.410
5.00	0.560	0.790	1.120	1 580	2.240	3.170	4.480	5.480
6.30	0.710	1.000	1.420	2.010	2.840	4.010	6.670	6.950
8.00	0.900	1.270	1.800	2.540	3.600	5.090	7.190	8.810
10.00	1.120	1.580	2.240	3.170	4.480	6.330	8.950	10.97
12.50	1.400	1.980	2.000	3 960	5.600	7.910	11 95	13.71
16.00	1.800	2.540	3 600	5 090	7 200	10.17	14 39	17 62
20.00	2.240	3.170	4.480	6.330	8.950	12.66	17.90	21.93
25.00	2.800	3.960	5.560	7.920	11 19	15.83	22.38	27 42
31 50	3.550	5.020	7.100	10.04	14 19	20.07	28 37	34 76
40 00	4.500	6 360	9.000	12.72	17 99	25 44	35.97	44 06
50 00	5.600	7.920	11 20	15 83	22 39	31.65	44 76	64 83
63 00	7 100	10 04	14 20	20 07	28 38	40 13	56 75	69 52
80.00	9 000	12.73	17 99	25 44	35 98	50 87	71 93	88 12

Anexo 2.3.5. Hojas de campo

HOJA DE CAMPO PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIÓN

RE-33

Datos generales

Nombre del proyecto	Mina de Cobre Panamá		
Lugar	Donoso, Colón	Fecha	23/9/20
Promotor	MRA	Persona de Contacto	Rogelio Muñoz
Teléfono	6280-4244	e mail	[illegible]

Características generales

Nombre del trabajador	Coordenadas UTM WGS 84	Eje monitoreado	Hora de inicio	Hora de Fin	Duración de la medición	Actividades que realiza el trabajador	Modelo del equipo de medición
Juan Carlos	978144	X	9:02am	9:18am	15 min	Operador	CEL-960
Smith	540099	Y	9:18 am	9:33am	15 min	Taladrador	CEL-960
		Z	9:33am	9:49am			

Observaciones

Serie o ident. del equipo: JCB 540 - 170

- Planta de Procesos (Molinos)

Check list sin llenar

Elaborado por: Jorge Ortega Fam | Fecha: 23/9/20 | Hora: 9:02am

HOJA DE CAMPO PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIÓN — RE-33

Datos generales

Nombre del proyecto	Mina de Cobre Panamá		
Lugar	Donoso, Colón	Fecha	24/9/20
Promotor	e/BSA	Persona de Contacto	Eyaline Vásquez
Teléfono	6250-4244	e mail	Eyaline.vasquez@bsa.com

Características generales

Nombre del trabajador	Coordenadas UTM WGS 84	Eje monitoreado	Hora de inicio	Hora de Fin	Duración de la medición	Actividades que realiza el trabajador	Modelo del equipo de medición
José Castro	995558	X	10:03am	10:18am	15 min	Operador de	Cinta
	534038	Y	10:19am	10:34am	15 min	Tractor de	CAT 960
		Z	10:35am	10:50am	15 min	Retro	

Observaciones	Serie o ident. del equipo: D2013 CAT D3T Deposito de Lastre - Puerto Sin checklist
Elaborado por	José Castro Fecha: 24/9/20 Hora: 10:50am

HOJA DE CAMPO PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIÓN				RE-33
Datos generales				
Nombre del proyecto	Mina de Cobre Panamá			
Lugar	Donoso, Colón	Fecha	25/9/20	
Promotor	URSA	Persona de Contacto	Agustín Ibarra	
Teléfono	6730-4244	e-mail	agustin.ibarra@[illegible]	

Características generales

Nombre del trabajador	Coordenadas UTM WGS 84	Eje monitoreado	Hora de inicio	Hora de Fin	Duración de la medición	Actividades que realiza el trabajador	Modelo del equipo de medición
Fredelito Jiménez	977081	X	9:00am	9:15am	15min	Operador de Excavadora	Excavadora CAT-960
	538235	Y	9:16am	9:31am	15min		
		Z	9:32am	9:47am	15min		

Observaciones	**Serie o ident. del equipo:** DRE008 pil Viper pv-271		
	Tapa Botaje BO 1045-013		
	Sin checklist		
Elaborado por	Jorge Ortiz Jaen	**Fecha:** 25/9/20	**Hora:** 8:00am

HOJA DE CAMPO PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIÓN				RE-33
Datos generales				
Nombre del proyecto	Mina de Cobre Panamá			
Lugar	Donoso, Colón	Fecha	25/9/20	
Promotor	APSA	Persona de Contacto	Cynthia Ubarte	
Teléfono	6050-4244	e-mail	[illegible]	

Características generales

Nombre del trabajador	Coordenadas UTM WGS 84	Eje monitoreado	Hora de inicio	Hora de Fin	Duración de la medición	Actividades que realiza el trabajador	Modelo del equipo de medición
[illegible]	977027	X	9:50am	10:05am	15min	Operador de Equipo	CEL 260
	533355	Y	10:06am	10:21am	15min	Perforista	
		Z	10:22am	10:37am	15min		

Observaciones	**Serie o ident. del equipo:** DRE006 pit viper pv-271		
	Taja Batija BD 1045-013		
	Sin check list		
Elaborado por	[illegible]	**Fecha:** 25/9/20	**Hora:** 9:50am

HOJA DE CAMPO PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIÓN				RE-33
Datos generales				
Nombre del proyecto	Mina de Cobre Panamá			
Lugar	Donoso, Colón	Fecha	25/9/20	
Promotor	MPSA	Persona de Contacto	Eduardo Lasso	
Teléfono	6780-4244	e-mail	Eduardo.lasso@...	

Características generales

Nombre del trabajador	Coordenadas UTM WGS 84	Eje monitoreado	Hora de inicio	Hora de Fin	Duración de la medición	Actividades que realiza el trabajador	Modelo del equipo de medición
Ezequiel	977042	X	10:45am	11:00am	15min	Supervisor	CEL-960
Perry	538228	Y	11:01am	11:16am	15 min	Supervisor	CEL-960
		Z	11:17am	11:32am	15min		

Observaciones	**Serie o ident. del equipo:** DRE007 prisma PV-271			
	Tejo Bateria BD 045-013			
	Sin Checklist			
Elaborado por	Jorge Ortega Jaen	**Fecha:** 25/9/20	**Hora:** 10:45am	

HOJA DE CAMPO PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIÓN				RE-33
Datos generales				
Nombre del proyecto	Mina de Cobre Panamá			
Lugar	Donoso, Colón	Fecha	25/9/20	
Promotor	MPSA	Persona de Contacto	Ignacio Ruda	
Teléfono	6780-4244	e-mail	Ignacio.ruda@fcx.com	

Características generales

Nombre del trabajador	Coordenadas UTM WGS 84	Eje monitoreado	Hora de inicio	Hora de Fin	Duración de la medición	Actividades que realiza el trabajador	Modelo del equipo de medición
José Vega	983026	X	1:44 pm	1:59 pm	15 min	Operador de Excavadora	Larkin
Castro	636561	Y	2:00 pm	2:15 pm	15 min	Excavadora	CEL-960
		Z	2:16 pm	2:31 pm	15 min	Excavadora	

Observaciones	Serie o ident. del equipo: EX26 Komatzu		
	Pusa Norte, Sector 3 - TMF		
	con Check list		
	Supervisor José Pitti		
Elaborado por	Jorge Ortega L.	**Fecha:** 25/9/20	**Hora:** 1:44 pm

HOJA DE CAMPO PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIÓN				RE-33
Datos generales				
Nombre del proyecto	Mina de Cobre Panamá			
Lugar	Donoso, Colón	Fecha	25/9/20	
Promotor	MPSA	Persona de Contacto	Agustina Ubeda	
Teléfono	6730-4244	e-mail	agustina.ubeda@pmb.com	

Características generales

Nombre del trabajador	Coordenadas UTM WGS 84	Eje monitoreado	Hora de inicio	Hora de Fin	Duración de la medición	Actividades que realiza el trabajador	Modelo del equipo de medición
Daniel	983025	X	2:50 pm	3:05 pm	15 min	Operador	Castle
Estrada	536517	Y	3:06 pm	3:21 pm	15 min	de Tractor de	CEI-960
		Z	3:22 pm	3:37 pm	15 min	Cobre	

Observaciones	**Serie o ident. del equipo:** DZ020 CAT D8T			
	Pala Norte, Sector 3 - TMF			
	Con checks list			
Elaborado por	Jorge Ortega J.	**Fecha:** 25/9/20	**Hora:** 2:50 pm	

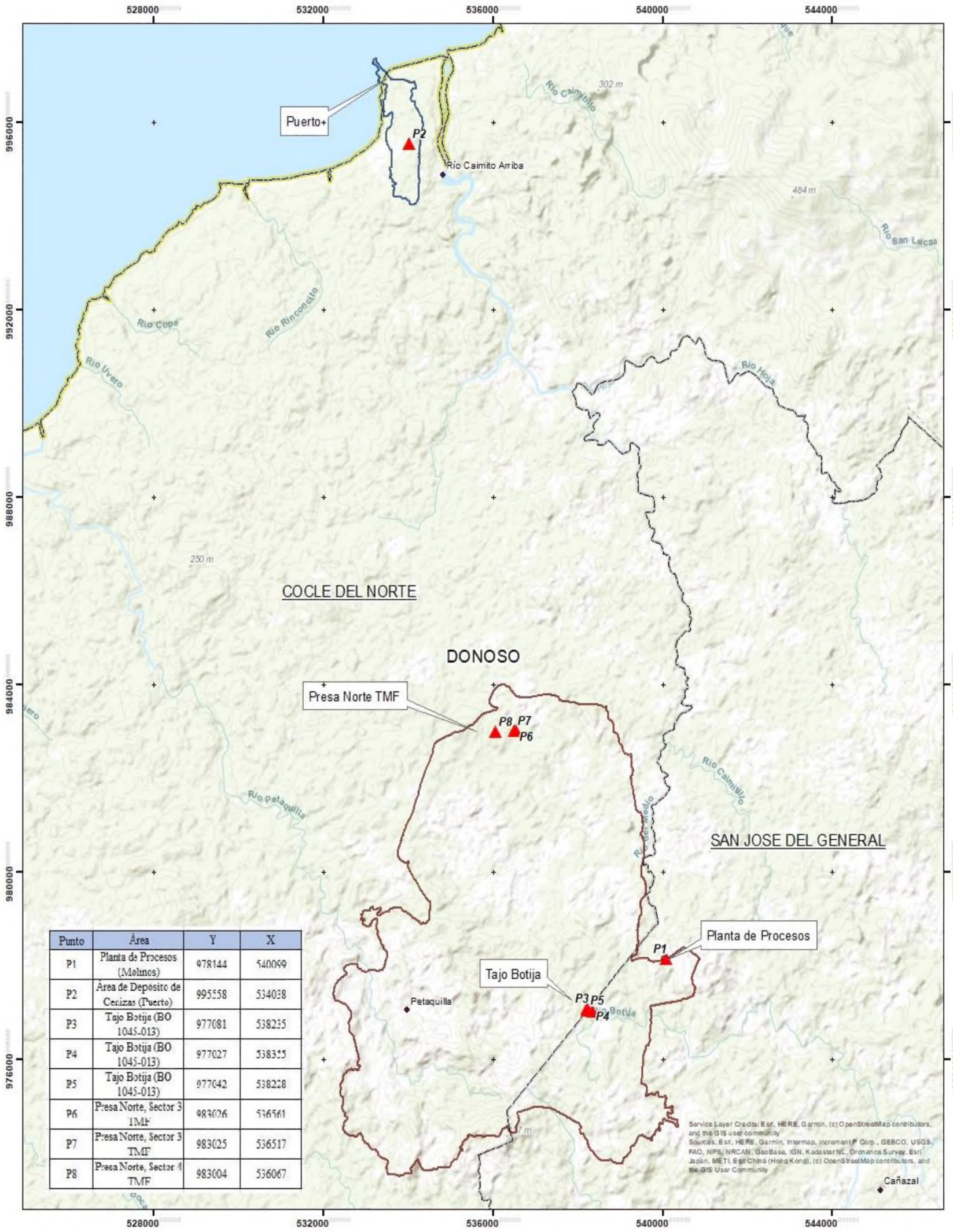
HOJA DE CAMPO PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIÓN				RE-33
Datos generales				
Nombre del proyecto	Mina de Cobre Panamá			
Lugar	Donoso, Colón	Fecha	25/9/20	
Promotor	MPSA	Persona de Contacto	Agustina Ayala	
Teléfono	6780-4244	e-mail	agustina.ayala@fmi.com	

Características generales

Nombre del trabajador	Coordenadas UTM WGS 84	Eje monitoreado	Hora de inicio	Hora de Fin	Duración de la medición	Actividades que realiza el trabajador	Modelo del equipo de medición
Jose Ríos	983004	X	3:47 pm	4:03 pm	15 min	Operador de	Casella
	536067	Y	4:04 pm	4:19 pm	15 min	Tractor de	CEL-960
		Z	4:20 pm	4:35 pm	15 min	Cadena	

Observaciones	**Serie o ident. del equipo:** D2052 CAT D8T Pura Vida, Sector 4-TMF		
Elaborado por	Jorge Ortega J.	**Fecha:** 25/9/20	**Hora:** 3:47 pm

Anexo 2.3.6. Mapa de ubicación de las inspecciones de vibración



Punto	Área	Y	X
P1	Planta de Procesos (Molinos)	978144	540069
P2	Área de Deposito de Cenizas (Puerto)	995558	534038
P3	Tajo Botija (BO 1045-013)	977081	538235
P4	Tajo Botija (BO 1045-013)	977027	538355
P5	Tajo Botija (BO 1045-013)	977042	538228
P6	Presa Norte, Sector 3 TMF	983026	536561
P7	Presa Norte, Sector 3 TMF	983025	536517
P8	Presa Norte, Sector 4 TMF	983004	536067

Mapa de Ubicación de Inspección de Vibraciones, proyecto Cat III “Mina de Cobre Panamá"

Leyenda

- Puntos de Monitoreo
- Centros poblados
- ADP_P
- ADP_M
- Límite Corregimiento
- Límites Distrito

N W E S

Datum Geodésico WGS_84 Zona 17N

0 3 6 km

ESCALA: 1 : 80,000

Fuente: Base de Datos SIG/CODESA
Mapas Topográficos del IGNTG y
Mapas Censales de la Contraloría General de la República